

上海脑机接口临床试验迎重大突破

汉语“意念对话”、“脑控”上淘宝成真

“意念对话”不是科幻，“脑控”上淘宝、玩贪吃蛇游戏在上海成为现实。

“2025 新年快乐”，上海华山医院的一位脑神经患者，在脑海中刚想出这几个字，就被电脑成功解码并发出指令操纵机械手做出比心的动作，送出了世界上第一段由意念完成的新年祝福。另一位病灶在大脑运动区附近的癫痫患者，无需动手，术后两周可以通过意念使用微信、淘宝、小红书。

这是上海脑虎科技有限公司(以下简称脑虎科技)、复旦大学附属华山医院神经外科团队与天桥脑科学研究院合作项目的重大进展。他们通过国产原创侵入式柔性脑机接口技术，开展高精度实时运动解码和语言解码临床试验研究，成功实现了“脑控”智能设备和“意念对话”。这标志着中国在脑机接口领域达到了世界先进水平。



实时汉语语言解码。

受访对象供图

国内实时汉语语言解码最高水平

全球脑机接口技术的研究方兴未艾。2024 年 1 月 28 日，埃隆·马斯克创立的脑机接口企业 Neuralink 成功实施了首例人类大脑芯片植入手术。这标志着脑机接口技术从理论研究走向了实际应用。

“以埃隆·马斯克 Neuralink 侵入式硬核技术为代表，运动解码方向在美国、欧洲、亚洲多地取得了不少令人惊喜的突破，比如让瘫痪病人用意念遥控机械臂喝水，操纵鼠标玩游戏，或是遥控外骨骼恢复行走。期待下一次的突破，是解码语言。”此前，在上海召开的全球脑机接口领域学术会议 BCI Society 国际论坛上，多位海外科学家表达了这一观点。

相比英文 26 个字母的解码，中文“418 个音节+4 个语调”的解码难度更高。汉语交流过程中产生的信息转换涉及更多脑区，需要研发针对汉语特征的神经编解码机制和信息处理手段。

“我们在世界上首次实现了汉语实时编解码。”在脑虎科技创始人、首席科学家陶虎看来，脑虎科技既要运动解码，更要语言解码，而且是公认比英文更难中文语言解码。

“对语言的成功解码，将为脑机接口注入无穷的想象空间，不仅为失语患者恢复语言功能，更可能为健康人群实现人脑与 AI 大模型的直接连接和交互，塑造最强大脑。”相关业内专家表示。

2024 年 12 月，脑虎科技联合华山医院神经外科吴劲松教授团队，开展国内首例高通量植入式柔性脑机接口实时合成汉语语言临床试验。此次接受手术的患者 43 岁，是语言区占位肿瘤癫痫患者。项目团队通过植入一个柔软轻薄的电子薄膜——脑虎自研 256 导

高通量脑机接口电极，帮助其定位病灶并保护语言相关的重要脑功能区。

术后两天，患者开始接受相关训练，术后七天实现了 142 个常用汉语音节下 71% 的解码准确率，且单字解码时延小于 100 毫秒。

通过意念使用微信、淘宝、小红书

此前，该团队在解码运动上，也取得了重大成果。2024 年 8 月，脑虎科技与华山医院神经外科毛颖教授、陈亮教授团队合作完成了运动障碍患者意念合成运动脑机接口的临床试验。意念合成运动，是通过“脑控”智能设备，帮助运动障碍患者重建运动功能。临床试验中，一位运动区占位癫痫患者在植入脑虎电极后，经过两天时间的训练适应，成功通过意念操控手机 App 通信、购物等。

受试者为一名 21 岁病灶在大脑运动区附近的癫痫患者。项目团队手术植入 256 导高通量柔性脑机接口，对患者脑电信号的高伽马频段进行脑电特征提取和模型训练。高伽马频段(70—150 赫兹)通常与大脑的复杂认知功能和神经活动同步有关，它能提供大脑活动的详细信息，尤其是运动和语言相关信息。

“256 个记录通道，不仅仅是收集的脑电数据有了数量级增长，与之前的脑机接口技术相比，更是有了质的变化。”脑虎科技创始人陶虎说。

据介绍，得益于 256 导高通量、高质量、高分辨率脑电信号和自主开发的通道筛选算法，可快速精准定位脑区，实时高效解码，整体系统延迟小于 60 毫秒。

受试者无需动手操作，术后两天实现了“脑控”玩乒乓球和贪吃蛇游戏。经过两周训练，结合脑虎科技自主开发的脑机操作系统，受试者可通

过意念使用微信、邮箱、淘宝、小红书常用 App，以及实现智能家居和智能轮椅的“脑控”，大大提高了运动障碍患者日常生活所需的基本行动能力。

将推出下一代“无线版本”脑机接口设备

“这一次我们在脑机接口技术上的突破，回归到了‘接口’的本质。通过这个‘接口’，可以链接延伸的东西是无限的，就像手机可以下载各种各样的 App。之前大多技术是单点做一件事情，我们想把它做成一个平台技术和通用技术。”陶虎说。

256 个记录通道无疑是一大技术亮点。这一高通量如何做到的呢?“通过先进的微纳加工技术，在单位面积集成更多电极数，这对芯片的要求自然就很高，以及在工程上的优化。”

此次脑机接口技术突破，从所有器械硬件到脑机操作系统全链条，都是由脑虎科技自主研发。

据悉，该脑机接口技术是把电极植入大脑皮层表面——硬膜下面，不同于马斯克脑机接口公司插到大脑皮层里面，也不同于非侵入式即隔着颅骨和头皮等来测量脑信号。

“需要强调的是，现在的脑机接口其实并不存在哪条技术路线更优越，选择侵入式还是非侵入式，更多是由应用场景来决定。”陶虎说。团队从一开始就跟医院和患者充分沟通，并以他们的需求来导向技术研发。

现在绝大多数脑机接口都拖了一根金属“细辫子”——电源线和数据线，用来连接脑机接口和数据处理设备。据透露，脑虎科技预计春节前后会做一个高通量半植入式无线版本，明年下半年做一个全植入式无线版本。

接下来，脑虎科技还将针对渐冻症病人推进长期植入在体研究。

“这次的语言解码临床试验属于一个月左右的短期在体试验。两次试验展示出脑机接口技术在重塑运动和语言能力上的巨大潜能，后续我们将逐步开展长期在体的临床试验。”陶虎透露，公司计划用三年完成三类医疗器械的临床多中心注册。

多元投入孵化迎来重大突破

2014 年，从美国学成归国的陶虎博士落户上海，加入中国科学院上海

微系统所。2021 年，受到马斯克的激励，他在上海创办脑虎科技，专注于侵入式脑机接口技术研发和应用。

创业过程中，脑虎得到上海市科委战略前沿脑机接口专项项目、市经信委先导产业创新发展项目、战略性新兴产业发展专项扶持、黄浦区高科技企业支持等资助，核心成果获得 2021 年世界人工智能大会最高奖。

除了政府支持，脑虎更收获了上海独特的多元投入，如虎添翼。

世界首富马斯克为了 Neuralink 的人体临床试验，打飞的登门拜访得克萨斯医学中心神经外科主任。脑虎很幸运，从一开始就得到了中国神经外科大咖毛颖教授和团队的大力支持，使得门槛极高的侵入式脑机接口研究能够落地。

身为上海华山医院院长、国家神经疾病医学中心主任的毛颖，一直认为在脑科学时代，神经外科医生除了开刀救人，更有着用直接接触人类活体大脑的独特优势助力科研的职责。近年来，在他的领导下，华山医院神经外科不仅在脑机接口科研领域颇有建树，而且与脑虎科技、博睿康等中国原创脑机接口企业密切合作，在临床试验取得重大成果。

毛颖除了提供临床资源，还牵线陶虎认识了陈天桥，一位从上海起家、成功走向世界的企业家与慈善家。

“当时脑虎第一笔融资，谈了好几家风投，投资人倒是很有兴趣，但是一听到商业化要 10 年以上都打了退堂鼓。几乎想放弃的时候，天桥总和我经过一个小时的视频会议，当场拍板 3000 万元投资，还告诉我不用急，20 年、30 年他愿意等，要是失败了就当是他支持科研的慈善投入。”陶虎回忆。

陶虎说，之后，陈天桥经常和他探讨，不仅国际视野和超前眼光令人大开眼界，而且对解码语言有着浓厚兴趣，全球最成功的脑机接口解码英语研究正是得到了他的资助。在脑虎后几轮融资中，陈天桥不仅每次追加，还牵线介绍红杉资本等多家顶级风投一起投资。

脑机接口是上海生物医药、集成电路、人工智能三大先导产业的“交汇点”，目前上海已经孵化、汇聚了脑虎科技、博睿康、阶梯医疗等约 20 家企业，覆盖侵入、半侵入和非侵入式多条技术路线。

综合科技日报、解放日报、文汇报



受试者通过意念使用 App。
受访对象供图